



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11248645 A**(43) Date of publication of application: **17 . 09 . 99**

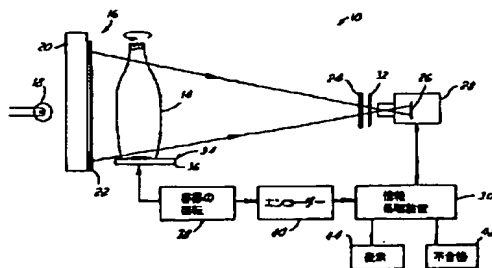
(51) Int. Cl

**G01N 21/90**(21) Application number: **10367922**(22) Date of filing: **24 . 12 . 98**(30) Priority: **24 . 12 . 97 US 97 997987**(71) Applicant: **OWENS BROCKWAY GLASS  
CONTAINER INC**(72) Inventor: **RINGLIEN JAMES A****(54) OPTICAL INSPECTION OF TRANSPARENT  
VESSEL USING INFRARED RAY AND  
POLARIZED VISIBLE LIGHT****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make detectable stress change and non-transparent condition of a vessel by using a single inspection station.

**SOLUTION:** The device for inspecting abnormal of a transparent vessel 14 such as glass bottle comprises a lamp 18 emitting both visible light and infrared rays, and a camera 28 provided with a sensor 26 such as CCD array. The visible light from the lamp 18 which has passed through orthogonal polarization elements 22, 24 which respond to light in a visible wavelength range converts a change in the polarization angle caused by the stress applied to the vessel 14 into a brightness signal in the dark background in a sensor 26. Since the elements 2, 24 are substantially transparent with respect to infrared rays, non-transparent change in the vessel 14 appears as a darkness signal. For example, non-transparent stone subjected to stress is shown as a dark image surrounded by a bright image.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248645

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 1 N 21/90

識別記号

F I

G 0 1 N 21/90

A

審査請求 未請求 請求項の数25 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-367922

(22) 出願日 平成10年(1998)12月24日

(31) 優先権主張番号 08/997987

(32) 優先日 1997年12月24日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 595108804

オウエンス ブロックウェイ グラス コ  
ンテナーインコーポレイテッド

アメリカ合衆国 オハイオ州 43666 ト  
レドワン シーゲート (番地なし)

(72) 発明者 ジェームズ エイ リングリーン

アメリカ合衆国 オハイオ州 43537 モ  
ーミー グレンヴィュー ドライヴ 2210

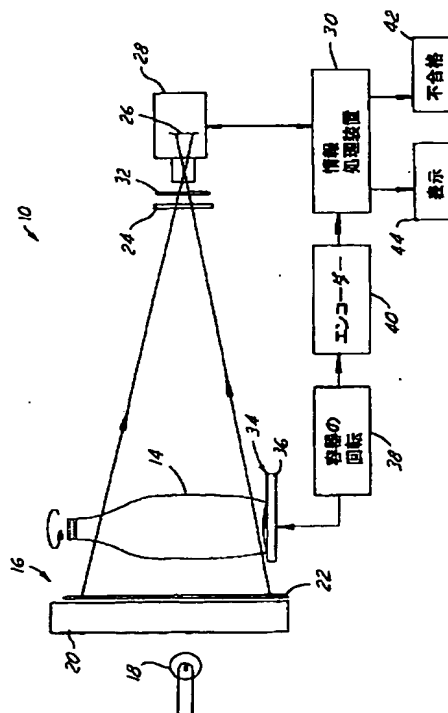
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(54) 【発明の名称】 赤外光及び偏光可視光を使用する透明容器の光学検査

(57) 【要約】

【課題】 透明ガラス製品、特にガラス容器を、容器の光学特性に影響を及ぼす商業的变化について検査するための方法及び装置を提供する。

【解決手段】 赤外及び可視の光エネルギーが容器から、可視及び赤外の光エネルギーに応答するCCDカメラに差し向けられる。直交偏光子が容器の両側に位置決めされ、容器の中を進む可視光エネルギーの偏光を変える容器の応力変化がない場合には、偏光子はカメラへの可視光の透過を阻止するように可視光エネルギーに作用する。他方、背景光の基準灰色光の強さをカメラに形成する赤外光エネルギーには、偏光子はほとんど又は全く影響を及ぼさない。このように、容器の応力変化によるカメラへの可視光の入射は基準灰色背景に対する明るい信号として現れ、容器の不透明変化による赤外光の遮断は基準灰色背景に対する暗い信号として現れる。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 容器を、その光学的特徴に影響を及ぼす商業的变化について検査する方法であって、

(a) 光エネルギーを、その第 1 波長が容器の第 1 タイプの商業的变化に应答し、前記第 1 波長と異なる前記光エネルギーの第 2 波長が前記第 1 タイプと異なる第 2 タイプの商業的变化に应答するように容器に差し向け、

(b) 前記光エネルギーを容器から光検知手段に差し向け、

(c) 前記容器での前記第 1 及び第 2 タイプの商業的变化を、前記光検知手段に入射した前記第 1 及び第 2 波長の光エネルギーの関数として検出する、段階からなる、前記方法。

**【請求項 2】** (d) 前記第 1 及び第 2 の両方の波長の光エネルギーに应答する単一センサーの形態の前記光検知手段を準備する追加の段階を有する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】** 前記第 1 及び第 2 波長の光エネルギーは前記単一のセンサーに同時に入射する、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】** 前記段階 (c) は、前記第 1 波長で前記センサーで受けた光エネルギーと、前記第 2 波長で前記センサーで受けた光エネルギーとを比較することからなる、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】** 前記段階 (c) は、前記第 2 波長のエネルギーの背景に対する前記第 1 波長の光エネルギーの像を前記センサーに形成する段階からなる、請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】** 前記検知手段は、前記第 2 波長で受けた光エネルギーの背景に対する前記第 1 波長で受けた光エネルギーの 2 次元画像を得るための領域アレイセンサーからなる、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】** 前記第 1 波長の光エネルギーは可視光エネルギーからなり、前記第 2 波長の光エネルギーは赤外光エネルギーからなる、請求項 6 に記載の方法。

**【請求項 8】** 前記可視光エネルギーは偏光光エネルギーからなる、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】** 前記可視光エネルギーは波長範囲約 0.4 乃至約 0.7 マイクロメートルであり、前記赤外光エネルギーは波長範囲約 0.7 乃至約 300 マイクロメートルである、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 10】** 前記容器はガラス容器であり、前記赤外エネルギーは約 0.7 乃至約 5 マイクロメートルの範囲内にある、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 11】** 前記赤外エネルギーは約 0.7 乃至約 1.1 マイクロメートルの範囲内にある、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】** (d) 前記第 1 及び第 2 波長のエネルギーの一方を、前記容器の応力変化部を通過する前記一方の波長の光エネルギーだけが前記検知手段に入射する

ような仕方で偏光させ、

(e) 前記第 1 及び第 2 波長の光エネルギーの他方を部分的に減衰させる、追加の段階を有する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 13】** (d) 前記容器をその中心軸線を中心に回転させ、

(e) 前記段階 (c) を容器の回転の増分で行う、追加の段階を有する、

請求項 1 に記載の方法。

10 **【請求項 14】** 前記段階 (a) 及び (b) は前記光エネルギーを前記容器の側壁に同時に差し向けることからなる、容器の側壁を検査するための請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 15】** 前記段階 (a) 及び (b) は前記光エネルギーを前記容器の底に同時に差し向けることからなる、容器の底を検査するための請求項 1 に記載の方法。

20 **【請求項 16】** (d) 前記第 1 及び第 2 タイプと異なる第 3 のタイプの商業的变化を、少なくとも 1 つの前記光エネルギーの関数として前記検知手段で検出する、追加の段階を有する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 17】** 可視又は赤外範囲で入射した光エネルギーに应答する電気信号を生じさせるための光検知手段と、

赤外光エネルギーを、前記光検知手段に基準灰色背景を形成するような仕方で、且つ前記容器の不透明変化が前記灰色背景に対する暗い信号として現れるように、容器を通して前記光検知手段に差し向けるための第 1 手段と、

30 前記容器の両側に配置された直交偏光子を含み、可視光エネルギーを、前記容器の応力変化が前記灰色背景に対する明るい信号として前記光検知手段に現れるように前記容器から前記光検知手段へ差し向けるための第 2 手段と、

そのような応力変化及び不透明変化を前記灰色背景に対する前記明るい又は暗い信号の関数として検出するための、前記光検知手段に結合された手段と、を有する、容器の応力変化及び不透明変化を検出するための装置。

**【請求項 18】** 前記第 1 及び第 2 手段は、前記可視及び赤外光エネルギーを前記容器から前記光検知手段に同時に差し向けるための単一光源からなる、請求項 17 に記載の装置。

**【請求項 19】** 前記光検知手段は単一の光センサーからなる、請求項 18 に記載の装置。

**【請求項 20】** 前記単一の光センサーは、前記灰色背景に対する前記明るい又は暗い信号を含む前記容器の像を受けるためのアレイセンサーからなる、請求項 19 に記載の装置。

**【請求項 21】** 前記容器をその軸線を中心に回転させるための手段と、前記光センサーを容器の回転の増分で走査させるための手段と、を更に有する、請求項 20 に

記載の装置。

【請求項 2 2】 透明ガラス製品を応力変化及び不透明変化について検査する方法であって、

(a) 第 1 及び第 2 波長範囲の光エネルギーを前記製品から単一の光センサーに同時に差し向け、

(b) 灰色背景を前記センサーに形成し、製品の不透明変化が前記灰色背景に対する暗い像として前記センサーに現れるように前記光エネルギー波長範囲の一方を部分的に減衰させ、

(c) 前記波長範囲の他方を、前記製品の応力変化が前記灰色背景に対する明るい像として現れるように偏光させ、

(d) 前記製品の応力変化、不透明変化を前記明るい又は暗い像の関数として検出する、段階からなる、前記方法。

【請求項 2 3】 前記センサーは、前記灰色背景に対する前記明るい又は暗い像からなる像を受ける CCD センサーからなる、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 4】 前記段階 (a) は、前記波長範囲の両方の光エネルギーを単一光源から発生させる段階からなる、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】 前記単一光源は広域拡散光源からなる、請求項 2 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、容器の光学特性に影響を及ぼす商業的变化 (commercial variation) について透明容器を検査することに向けられ、更に詳細には、容器を、その側壁及び底の応力変化又非応力変化について検査する方法及び装置に向けられる。

【0002】

【従来の技術】ガラスビン又はガラス製水差しのような透明容器の製造では、種々の種類の異常が容器の側壁、ヒール、底、ショルダー及び／又はネックに起ることがある。当該技術において「商業的变化」と呼ばれるこれらの異常は、容器の商業的受容性に影響を及ぼすことがある。従来、容器の光学特性に影響を及ぼす商業的变化を検査するために、電気光学技術を採用することが提案されてきた。基本原理は、光源を、光エネルギーを容器に差し向けるように位置決めし、カメラを、光源によって照射された容器の部分の像を受けるように位置決めすることである。光源は均一な光の強さのものでも良いし、光源をその一次元方向に亘って変化する光の強さをもつように形成しても良い。光源によって照明された容器の部分の不透明で且つ屈折の商業的变化が、カメラで受けられ、そして記憶された、照明された容器の像の光の強さの関数として検出される。

【0003】異なる熱膨張特性を有する材料を単一容器に混合することがあるリサイクルガラスでガラス容器を

製造する際に、ある問題に遭遇する。例えば、非常に低い熱膨張特性を有する透過した調理道具をリサイクル用ガラスと混合することがあることが知られている。容器に現れる調理道具の非溶融粒子は、冷却時、割れる又は後で破損の部位になることがある応力点を作る。ガラス内に現れ、応力変化を引き起こすことがあるその他の異質部分は、ガラス前炉又はスパウトからの耐火材料の石又は小片を含む。かくして、容器の応力変化及び不透明な非応力変化を検出するための方法及び装置を提供することが必要である。従来、容器の側壁の応力変化を検出するための直交偏光子を採用することが提案されてきた。容器の側壁に応力変化がない場合には、直交偏光子とその間に位置決めされた容器とを通して差し向けられた光エネルギーは、通常、撮像カメラに暗い領域をもたらす。しかしながら、応力変化は、応力変化を示す明るい点をそうでない暗い背景に対してカメラに与えるに十分、容器を通過する光エネルギーの偏光を変える。そのような技術を背景として論じ、赤外光エネルギー及び周囲の光の背景効果を減少させる赤外偏光フィルターを採用することを提案した、本出願の譲受人に譲渡された米国特許第 4, 206, 656 号を参照すべきである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の一般的な目的は、透明ガラス製品、特にガラス容器を容器の光学特性に影響を及ぼす商業的变化について検査するための方法及び装置を提供することにある。本発明の更なる特定の目的は、容器の応力変化と不透明変化 (応力又は非応力) の両方を検出するのに特によく適した上述した特徴の方法及び装置を提供することにある。本発明の他の目的は、容器の応力変化及び不透明な非応力変化を単一の光源と単一の光センサーとを有する単一の検査ステーションで検出するための上述した特徴の方法及び装置を提供することにある。本発明の更なる目的は、実行するのに経済的であり、しかも長い操作寿命に亘って信頼できる上述した特徴の方法及び装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、赤外及び可視の両方の光エネルギーを容器から可視及び赤外の光エネルギーの両方に応答するカメラに差し向けることを提案する。直交偏光子が容器の両側に位置決めされ、容器の中を進む可視光エネルギーの偏光を変える容器の応力変化がない場合には、偏光子はカメラへの可視光の透過を阻止するように可視光エネルギーに作用する。他方、背景光の基準灰色光の強さをカメラに形成する赤外光エネルギーには、偏光子はほとんど又は全く影響を及ぼさない。このように、容器の応力変化によるカメラへの可視光の入射は基準灰色背景に対する明るい信号として現れ、容器の不透明変化による赤外光の遮断は基準灰色背景に対する暗い信号として現れる。

【0006】従って、本発明の 1 つの側面によれば、第

1 波長の光エネルギー（例えば偏光可視光エネルギー）が容器の第 1 のタイプの商業的变化（例えば応力変化）に  
 10 応答し、第 1 波長と異なる第 2 波長の光エネルギー

（例えば赤外光エネルギー）が第 1 のタイプと異なる商業的变化の第 2 のタイプ（例えば不透明変化）に  
 20 応答する仕方で光エネルギーが容器に差し向けられる、容器をその光学特性に影響を及ぼす商業的变化について検査する方法を提供する。容器からの光エネルギーは光検知手段に差し向けられ、商業的变化は光検知手段に入射する第 1 波長の光エネルギーと第 2 波長の光エネルギーの関数として検出される。光検知手段は、好ましくは、第 1 波長と第 2 波長の両方の光エネルギーに  
 30 応答する単一の光センサーの形態をなし、第 1 波長と第 2 波長の光エネルギーは、好ましくは、容器からセンサーに同時に差し向けられる。好ましくはセンサーでの第 2 波長のエネルギーの背景に対するセンサーでの第 1 波長の光エネルギーの像を形成することによって、第 1 波長でセンサーで受けた光エネルギーは第 2 波長で受けた光エネルギーと比較される。第 2 波長で受けた光エネルギーの背景に対する第 1 波長で受けた光エネルギーの容器の検査部分の  
 40 2 次元画像を得るために、本発明の好ましい実施形態の光センサーは容器回転の増分で走査される CCD アレイセンサーからなる。

【0007】本発明の好ましい実施形態では、第 1 波長のエネルギーは容器の応力変化に  
 50 応答する偏光可視光エネルギーからなり、第 2 波長の光エネルギーは容器の不透明変化に  
 60 応答する赤外光エネルギーからなる。用語

「可視」及び「赤外」光エネルギーを在来の意味で使用する。可視光エネルギーは波長範囲約 0.4 乃至 0.7  
 70 又は 0.8 マイクロメートルの光エネルギーである。本発明によれば、近赤外光エネルギーを含む赤外光エネルギーは波長範囲約 0.7 乃至 300 マイクロメートルである。しかしながら、ガラスは約 5 マイクロメートルで不透明になり、そのような適用例では、約 5  
 80 マイクロメートルは事実上の上限を設置する。現在の好ましいシリコンカメラは約 1.1 マイクロメートルまでの感度である。両方の波長範囲の光エネルギーは、本発明の好ましい実施形態では、広域拡散光源によって発生し、可視及び赤外光エネルギーの両方に  
 90 応答する CCD 領域アレイセンサーに入射する。

【0008】本発明の他の側面による、容器のようなガラス製品の応力変化及び不透明変化を検出するための装置が、可視及び赤外の両方の範囲で入射する光エネルギーに  
 100 応答する電気信号を生じさせるための光センサーを有する。赤外光エネルギーは、基準灰色背景を光センサーに形成するように容器からセンサーに差し向けられ、その結果、容器の不透明変化は灰色背景に対する暗い信号として現れる。可視光エネルギーは、容器の応力変化が灰色背景に対する明るい信号としてセンサーに現れるように容器の両側に配置された直交偏光子を通して光セ

ンサーに差し向けられる。かくして、応力及び不透明変化は、センサーで灰色背景に対する明るい又は暗い信号の関数として検出される。本発明は、その追加の目的、特徴及び利点と共に、以下の説明、特許請求の範囲及び添付図面から最も良く理解されるであろう。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】図 1 は、容器 14 の側壁を本発明の現在の好ましい実施形態によって検査するための装置 10 を示す。1 又は 2 以上のランプ 18 からなる光源 16 が広域拡散光源を形成するようにディフューザー 20 と協働する。光エネルギーがディフューザー 20 から第 1 偏光子レンズ 22、容器 14 の側壁を通り、それから第 2 偏光子レンズ 24 を通ってカメラ 28 のセンサー 26 に差し向けられる。センサー 26 は、好ましくは、電気信号を、アレイ 26 に焦点合せされた容器 14 の 1 次元画像の関数として情報処理装置 30 に供給するための直線アレイ CCD センサーからなる。遮断フィルター 32 が、センサー 28 に差し向けられた光エネルギーを部分的に減衰させるように配置される。

【0010】典型的にはスターホイール（図示せず）及び摺動板 36 を含むコンベヤ 34 が、連続容器 14 を装置 10 の適所にもってくるように配置され、且つ成形容器の供給源に連結される。コンベヤ 34 は、米国特許第 4,230,219 号及び同第 4,378,493 号に示されているコンベヤのような任意種類のもの  
 20 20 が良い。連続容器は一定位置に保持され、駆動ローラーのような装置 38 によって容器の中心軸線を中心に回転させられる。エンコーダー 40 が、容器の回転の増分を示す信号を供給するために容器の回転機械構造に連結される。そのような増分は、一定の回転角度の増分又は一定速度での一定の回転時間の増分のいずれかで良い。情報処理装置 30 がエンコーダー 40 に接続され、且つ容器の回転の増分でセンサーを走査し、容器の軸線に関する異なる角度位置から容器の側壁の 2 次元電気画像を展開するためのカメラ 28 のセンサー 26 に接続される。エンコーダー 40 の使用の代替例として、容器 14 を実質的に一定の角速度で回転させながら、センサー 26 を実質的に等しい時間増分で走査するように情報処理装置 30 を制御しても良い。センサー 26 は、容器の側壁の複合的な  
 30 30 2 次元画像を展開するために容器の回転の増分で走査される領域アレイセンサーからなるのが良い。各々のそのような画像は、灰色背景に対する明るい且つ／又は暗い画像信号からなるであろう。

【0011】本発明によれば、ランプ 18 によってディフューザー 20 から放出される光エネルギーは可視と赤外の両方の光エネルギーからなる。（可視及び赤外の光エネルギーは上で注目した全波長範囲を必ずしも含む必要はない。）偏光子 22、24 が互いに関して 90° の向きであり、即ち直交偏光子であり、可視波長範囲の光エネルギーに  
 40 40 応答するように構成され、赤外光エネルギー

一に対して実質的に透明である。かくして、センサー26への可視範囲の光エネルギーの入射は、通常、偏光子22、24の直交配向によって妨げられる。しかしながら、応力の加わった石又は節のような応力変化によって生じた容器14の側壁内の複屈折は、応力領域を通過する光の偏光角度を変え、それにより、可視光エネルギーの基準の暗い背景である信号に対する明るい信号をセンサー26に生じさせる。一方、赤外光エネルギーは、応力石又は非応力石のような不透明変化によって影響されなければ、容器14の側壁を直接通過する。赤外範囲の光エネルギーに応答するようなフィルター28が、そのような光エネルギーを部分的に減衰させ、それにより、センサー26に基準灰色背景を形成し、容器の側壁の応力変化によって生じた可視光は基準灰色背景に対する明るい信号として現われ、容器の側壁の不透明変化によって遮断された赤外光は基準灰色背景に対する暗い信号として現れる。

【0012】かくして、可視及び赤外の両方のエネルギーにに応答するセンサー26は、供給源16からの光エネルギーを効果的に組合せて基準灰色背景を形成し、不透明変化は基準灰色背景に対して暗く現れ、応力変化は基準灰色背景に対して明るく現れる。さもないと、在来画像分析技術を情報処理装置30に採用して、これらの変化を大きさ及び種類について容易に分析することができる。米国特許第4,601,395号を参照すべきである。そのような情報を、不満足な容器をラインから排除するための不合格信号を送り且つ／又は画像データを操作者に表示するのに使用することができる。領域アレイセンサーを操作し且つ容器の2次元電気画像を展開するための例示の技術が米国特許第4,958,223号に開示されている。かくして、本発明の技術は、より大きく現れてより容易に検出される小さくて不透明な応力石の改良検出法を提供する、というのは、石自体だけでなく石の周りの応力パターンがカメラで見えるからである。本当に、応力を受けた不透明な石は、基準灰色背景に対するガラスの応力領域の明るい像によって囲まれた石の暗い像として現れる。

【0013】図2及び図3は、容器14の底及びヒール部分を検査するための特定の有用性をもった本発明の第2の実施形態を示す。図1に示した要素と等しい又は同様の要素が対応する等しい参照番号によって特定される。可視及び赤外の光エネルギーがディフューザー20及び偏光子22を通過して、摺動板36の孔46を通り、次いで、容器の底及びヒールからほぼ軸線方向に差し向けられる。領域アレイセンサー24を含むカメラ28が、部分赤外フィルター32及び偏光子レンズ24と協働して、容器14の口から発散する光エネルギーを受けように差し向けられる。かくして、センサー26は情報処理装置30（図1）と協働して、各々が基準灰色背

\* 景からなる容器の底の多像を展開し、応力変化は基準灰色背景に対する明るい信号として現われ、不透明変化は基準灰色背景に対する暗い信号として現れる。ディフューザー20及び偏光子レンズ22を含む光源を、本譲受人に譲渡された米国特許第5,466,927号に開示されているように形成するのが良く、それにより、容器の底及びヒールの屈折変化を検出するためにカメラ28を容器の回転の増分で使用することができる。その上、図2及び図3は像を容器の底及びヒールの全直径に沿って受けるカメラを示しているけれども、カメラを、容器の底の半径だけをながめるように配向し且つ焦点合せすることができる。ピンを1回転回転させるとき、全体の容器の底が検査される。

【0014】不透明及び応力変化を検出するための本発明の技術を、容器の底及びヒールの屈折特性を検出するための上記の米国特許第5,466,927号に開示されているような、及び容器の側壁の屈折変化の検出のための米国特許第4,601,395号に開示されているような、屈折変化を検出するための他の技術と組合せて採用することができることを認識すべきである。かくして、本発明により、容器のようなガラス製品を、容器の光学特性に影響を及ぼす商業的変化、詳細には容器の応力変化及び不透明変化について検査するための方法及び装置を提供した。本発明の方法及び装置を、赤外領域の光エネルギーにに応答する高価な偏光子材料と区別されるような可視領域の光エネルギーにに応答する相対的に安価な偏光子材料を採用して実施することができる。本発明の技術を、透過した（無色）ガラス及び有色（例えば琥珀色）ガラスの両方に関して容易に採用することができる。述べたように、本発明の方法及び装置を単一の容器検査ステーションで実施することができ、本発明の方法及び装置は単一光源及び単一光センサーを採用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1つの現在の好ましい実施形態による容器の側壁の応力及び不透明変化を検出するための装置を示す、電気光学的な図式的なダイアグラムである。

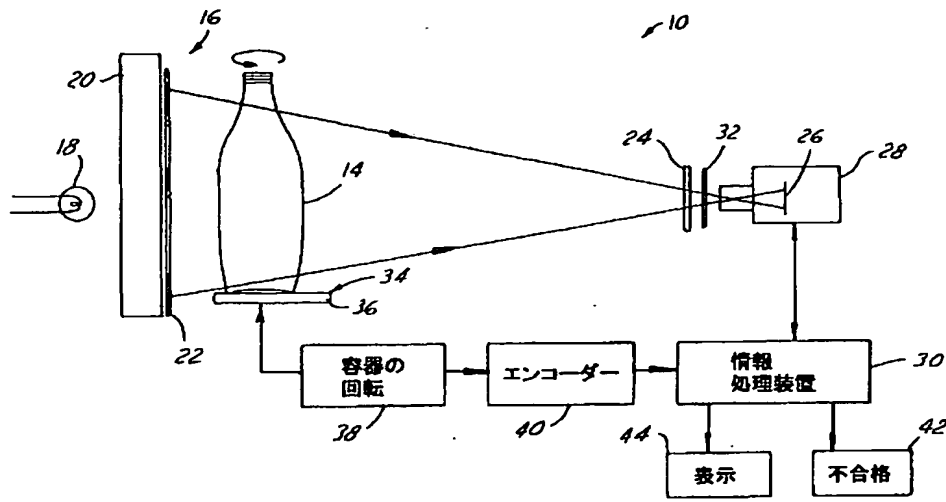
【図2】 本発明の他の実施形態による容器の底の不透明及び応力変化を検出するための装置を示す、電気光学的な図式的なダイアグラムである。

【図3】 図2の検査装置の断片的な側面図である。

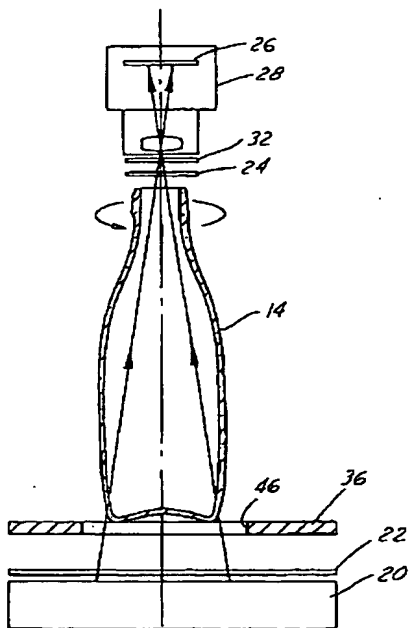
#### 【符号の説明】

14	容器
16	光源
22	第1偏光子
24	第2偏光子
26	センサー
32	フィルター

【図1】



【図2】



【図3】

